

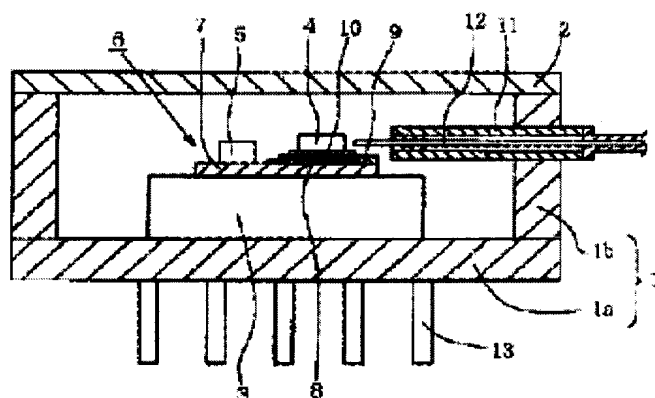
**BOARD FOR MOUNTING SEMICONDUCTOR LASER ELEMENT AND SEMICONDUCTOR LASER MODULE**

**Publication number:** JP2001102671  
**Publication date:** 2001-04-13  
**Inventor:** INOUE TOMOKI  
**Applicant:** KYOCERA CORP  
**Classification:**  
- international: **H01S5/022; H01S5/00;** (IPC1-7): H01S5/022  
- European:  
**Application number:** JP19990279586 19990930  
**Priority number(s):** JP19990279586 19990930

Report a data error here

**Abstract of JP2001102671**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To rapidly control temperature of an LD element with high accuracy. **SOLUTION:** An exothermic resistor 8 of thin film and a resin layer 9 covering the exothermic resistor 8 are adhered on the upper surface of an insulating board 7, a mounting part 10 of a metal thin film for mounting an LD element 4 is adhered on the upper surface of the resin layer 9, to constitute an LD board 6, and it is used for an LD module. The LD element 4 is kept at a high temperature equal to that at operation, during stopping of the operation of the LD element 4, and temperature is controlled rapidly with high accuracy at starting operation of the LD element 4, etc.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-102671

(P2001-102671A)

(43)公開日 平成13年4月13日(2001.4.13)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

H 0 1 S 5/022

識別記号

F I

H 0 1 S 5/022

テーマコード\*(参考)

5 F 0 7 3

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 7 頁)

(21)出願番号

特願平11-279586

(22)出願日

平成11年9月30日(1999.9.30)

(71)出願人 000006633

京セラ株式会社

京都府京都市伏見区竹田烏羽殿町6番地

(72)発明者 井上 友喜

鹿児島県国分市山下町1番1号 京セラ株式会社鹿児島国分工場内

Fターム(参考) 5F073 AB28 BA02 EA29 FA07 FA15

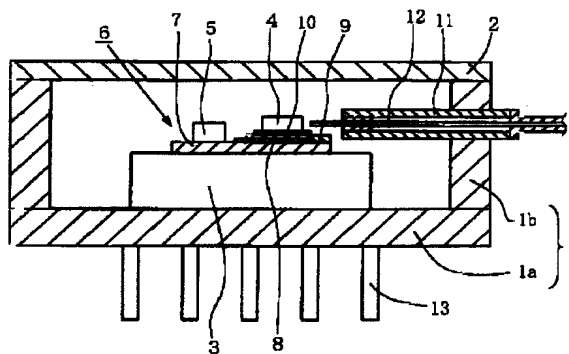
FA25 FA30 GA23

(54)【発明の名称】 半導体レーザ素子搭載用基板および半導体レーザモジュール

(57)【要約】

【課題】LD素子に対して迅速かつ高精度な温度制御を行ない得るようにすること。

【解決手段】絶縁基板7上面に薄膜から成る発熱抵抗体8および該発熱抵抗体8を覆う樹脂層9が被着されて成るとともに、樹脂層9の上面にLD素子4を搭載するための金属薄膜から成る搭載部10が被着されて成るLD基板6およびこれを使用したLDモジュールである。LD素子4の作動停止時にLD素子4を作動時と同様の高温としておくことができ、LD素子4の作動開始時等に迅速かつ高精度の温度制御を可能とした。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】絶縁基板上面に薄膜から成る発熱抵抗体および該発熱抵抗体を覆う樹脂層が被着されて成るとともに、該樹脂層の上面に半導体レーザ素子を搭載するための金属薄膜から成る搭載部が被着されていることを特徴とする半導体レーザ素子搭載用基板。

【請求項2】前記絶縁基板上面に薄膜から成る測温抵抗体が被着されていることを特徴とする請求項1記載の半導体レーザ素子搭載用基板。

【請求項3】請求項1または請求項2記載の半導体レーザ素子搭載用基板上に半導体レーザ素子を搭載するとともに、これらを気密封止されたパッケージの内部にペルチェ素子を介して収容して成ることを特徴とする半導体レーザモジュール。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体レーザ素子を搭載するとともに温度調節機能を有する半導体レーザ素子搭載用基板、およびこれを使用した光通信用の半導体レーザモジュールに関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、光通信用の半導体レーザ (Laser Diode で、以下、LDと略す) モジュールに使用されるLD素子は、その発振波長や光出力等がLD素子の温度により変化することが判っている。従って、LD素子を安定して作動させるためには、LD素子の温度を所定の温度に制御することが必要となる。従来より、LD素子の温度制御は、LD素子の温度を測定するための測温素子と、この測温素子が測定した温度情報を基にLD素子の冷却または加熱を行なうためのペルチェ素子とにより行なわれている。そして、このような測温素子およびペルチェ素子は、LD素子とともに気密封止が可能なパッケージ内に収められてLDモジュールを構成する。

【0003】ここで、従来のLDモジュールを図6に断面図で示す。従来のLDモジュールは、基体21と蓋体22とから成るパッケージ20の内部に、ペルチェ素子23、LD素子24および測温素子25を気密に収容して成る。なお、LD素子24および測温素子25は、これらを搭載するためのLD素子搭載用基板 (サブキャリア) 26の上に配置されている。

【0004】パッケージ20を構成する基体21は、酸化アルミニウム ( $Al_2O_3$ ) 質焼結体等のセラミックスや銅 (Cu) - タングステン (W) 合金、鉄 (Fe) - ニッケル (Ni) - コバルト (Co) 合金等の金属から成り、主として平板状の底板部21aと枠状の側壁部21bとから構成され、上面が開口された箱状となっている。基体21の底板部21aの上面にはペルチェ素子23が搭載固定されており、このペルチェ素子23の上面には、LD素子24および測温素子25がLD素子搭載用基板26の上に配置された状態で搭載されている。

【0005】また、基体21の側壁部21bには、鉄-ニッケル合金や鉄-ニッケル-コバルト合金等の金属から成る光ファイバ固定部材としてのパイプ27が取着されており、このパイプ27の内部には光ファイバ28が挿通されLD素子24と光学的に結合した状態で固定されている。光ファイバ28は、その先端の光入出射端がLD素子24と対向して配置されており、LD素子24からのレーザ光を光ファイバ28を介して外部に伝送できるようになっている。

【0006】さらに、基体21の底板部21aまたは側壁部21bには、リード端子29が固定されており、このリード端子29は、ペルチェ素子23やLD素子24、測温素子25と電気的に接続されている。

【0007】また、蓋体22は、鉄-ニッケル-コバルト合金や鉄-ニッケル合金等の金属から成る平板状のものであり、基体21の側壁部21bの上面に例えばシーム溶接法により接合されることにより、基体21と蓋体22とから成るパッケージを構成し、その内部にペルチェ素子23およびLD素子24ならびに測温素子25を収納し、気密に封止している。

【0008】この従来のLDモジュールにおいて使用されるLD素子搭載用基板 (以下LD基板と略す) 26について、図7を用いてより詳細に説明する。図7は、図6のLD基板26とその上に配置されたLD素子24および測温素子25とを示す斜視図である。LD基板26は、例えば酸化アルミニウム質焼結体等の電気絶縁材料から成る基板30の上面の一端側に、LD素子24を搭載するための金属薄膜から成る搭載部31を有している。搭載部31を構成する金属薄膜は、例えばチタン (Ti) 膜、白金 (Pt) 膜、金 (Au) 膜からなる3層構造の金属薄膜である。この搭載部31の上に、LD素子24が例えば金 (Au) - 錫 (Sn) 合金から成るろう材を介して固定されている。LD基板26はまた、その裏面にも例えばチタン膜、白金膜、金膜からなる3層構造の金属薄膜 (不図示) が略全面に被着されており、この裏面の金属薄膜とペルチェ素子23とをろう付けすることによりLD基板26がペルチェ素子23上に接合固定されている。

【0009】なお、測温素子25は、例えばサーミスタから成り、基板30の上面の光ファイバと反対側にLD素子24に隣接して搭載されている。この測温素子25は、温度によってその電気抵抗値が変化し、その電気抵抗値の変化をリード端子29を介して外部の制御回路に伝え、この制御回路からの指示でペルチェ素子23を駆動することによりLD素子24を所定の温度に制御する。

## 【0010】

【発明が解決しようとする課題】上記従来のLDモジュールにおいては、LD素子24は作動時には発熱して高温となり、作動停止時にはその温度が下がる。そこで、

LD素子24の作動時にはLD素子24を冷却し、逆に作動停止時には加熱しなければならない。しかしながら、ペルチェ素子23はある程度の熱容量を有することおよびLD素子24との間にLD基板26を介していることから、ペルチェ素子23による冷却状態と加熱状態とがすぐには切り替わずに、例えばLD素子24の作動開始時等にLD素子24が定温状態となるまでに時間がかかり、迅速、かつ高精度なLD素子24の作動および温度制御を行なうことが困難であるという問題点を有していた。

【0011】本発明はかかる従来の問題点を鑑み完成されたものであり、その目的は、迅速でかつ高精度な作動および温度制御を行なうことが可能なLD素子搭載用基板およびLDモジュールを提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明の半導体レーザ素子搭載用基板は、絶縁基板上面に薄膜から成る発熱抵抗体および該発熱抵抗体を覆う樹脂層が被着されて成るとともに、該樹脂層の上面に半導体レーザ素子を搭載するための金属薄膜から成る搭載部が被着されて成ることを特徴とするものである。

【0013】また、本発明のLDモジュールは、上記の半導体レーザ素子搭載用基板上に半導体レーザ素子を搭載するとともに、これらを気密封止されたパッケージの内部にペルチェ素子を介して収容して成ることを特徴とする。

【0014】本発明のLD搭載用基板およびLDモジュールによれば、LD素子が搭載される搭載部の下方に発熱抵抗体が形成されていることから、この発熱抵抗体により加熱することによって、作動停止時のLD素子を常に作動時と同様の高温となしておくことができ、これによりLD素子の作動開始時等に迅速かつ高精度な作動開始および温度制御を行なうことができる。

【0015】

【発明の実施の形態】次に、本発明を添付の図面を基に詳細に説明する。図1は、本発明のLD基板およびこれを使用したLDモジュールの実施形態の一例を示す断面図であり、本発明のLDモジュールは、基本的に、基体1と蓋体2とから成るパッケージの内部にペルチェ素子3、LD素子4、測温素子5ならびにLD基板6を気密に収容して成る。

【0016】パッケージを構成する基体1は、酸化アルミニウム( $Al_2O_3$ )質焼結体や窒化アルミニウム( $AlN$ )質焼結体、ムライト( $3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$ )質焼結体、炭化珪素( $SiC$ )質焼結体、窒化珪素( $Si_3N_4$ )質焼結体、ガラスセラミックス等のセラミックス材料、あるいは銅を含浸させたタングステン多孔質体や鉄-ニッケル合金、鉄-ニッケル-コバルト合金等の金属から成り、基体1の主要部は略平板状の底板部1aと枠状の側壁部1bとから構成されている。な

お、底板部1aと側壁部1bとは同じ材料から形成されていてもよいし、互いに異なる材料から形成されていてもよい。ただし、底板部1aと側壁部1bとを互いに異なる材料で形成する場合には、両者の熱膨張係数の差ができるだけ小さいものとなる組み合わせを選択することが好ましい。

【0017】基体1の底板部1aの上面には、ペルチェ素子3が搭載固定される。ペルチェ素子3は、LD素子4を所定の温度に冷却するための熱ポンプとして機能し、測温素子5により測定したLD素子4の温度情報を基にLD素子4が所定の温度となるように冷却する。そして、このペルチェ素子3の上面には、LD基板6が搭載固定されており、このLD基板6上にはLD素子4および測温素子5が配置されている。なお、この例では測温素子5はサーミスタ等から成る。

【0018】LD基板6は、図2に斜視図で示すように、酸化アルミニウム質焼結体、窒化アルミニウム質焼結体、ムライト質焼結体、炭化珪素質焼結体、窒化珪素質焼結体、ガラスセラミックス等の電気絶縁性の材料から成る、長方形等の四角平板状の絶縁基板7の上面にLD素子4を加熱するための発熱抵抗体8およびこの発熱抵抗体8を被覆する樹脂層9が被着されており、さらに樹脂層9の上面にはLD素子4を搭載するための金属薄膜から成る搭載部10が被着されている。また、絶縁基板7の下面には、基板6をペルチェ素子3に接合するための接合用金属層(不図示)が被着されている。

【0019】絶縁基板7は、例えば酸化アルミニウム質焼結体から成る場合、酸化アルミニウム、酸化珪素、酸化マグネシウム、酸化カルシウム等のセラミック粉末に適当な有機バインダ、溶剤を添加混合して得た泥漿状のペーストを、公知のドクターブレード法によりシート状に成形することによってセラミックグリーンシートを準備し、このセラミックグリーンシートに適当な打ち抜き加工や切断加工を施した後、この成形体を約1600℃の温度で焼成することによって製作される。

【0020】なお、絶縁基板7は、窒化アルミニウム質焼結体や炭化珪素質焼結体、窒化珪素質焼結体で形成すると、これらの材料はその熱伝導率が40W/m・K以上と高いため、基板6上に搭載されるLD素子4とペルチェ素子3との間の熱伝達を良好に行なうことができ、LD素子4の温度制御を迅速に行なうことが可能となる。

【0021】また、絶縁基板7の上面に被着された発熱抵抗体8は、LD素子4を加熱するための発熱抵抗体であり、例えばチタン膜と白金膜とが積層された2層構造の金属薄膜から形成されている。チタン膜は、絶縁基板7に対する密着金属であり、その厚みが好ましくは100~2000オングストローム(Å)程度である。チタン膜の厚みが100オングストローム未満では、絶縁基板7に強固に密着することが困難となる傾向にあり、2

000オングストロームを超えると、成膜時に発生する内部応力によって剥離が発生しやすくなる。また、白金膜は主要抵抗体として機能し、その厚みが好ましくは500~10000オングストローム程度である。白金膜の厚みが500オングストローム未満では、白金膜にピンホール等の欠陥が発生しやすく、均質な発熱抵抗体8を得ることが困難となる傾向にあり、10000オングストロームを超えると、成膜時に発生する内部応力によって剥離が発生しやすくなる。このように、基板6には、絶縁基板7の上面に発熱抵抗体8が配置されていることから、LD素子4の作動停止時に発熱抵抗体8を発熱させてLD素子4を作動時と同様の高温としておくことができ、その結果LD素子4の作動開始時に迅速かつ高精度の作動開始および温度制御を行なうことができ、半導体レーザー素子4を常に安定、かつ確実に作動させることが可能となる。

【0022】なお、発熱抵抗体8の発熱量は、0.1~1000mW程度が好ましい。0.1mW未満ではLD素子4を十分に加熱することが困難となり、他方1000mWを超えると、LD素子4が高温となりすぎる危険がある。また、一般にLD素子4が駆動される温度は約20~80℃であり、前記温度範囲内で温度を変化させることにより発振波長を制御することもできる。

【0023】また、発熱抵抗体8は、例えばチタン膜と白金膜とが積層された2層構造の金属薄膜から成る場合、絶縁基板7の上面にチタン膜および白金膜をスパッタリング法やイオンプレーティング法、蒸着法等の薄膜形成技術により順次被着させるとともに、これらをフォトリソグラフィ技術により所定のパターンにエッチングすることによって絶縁基板7の上面に形成される。

【0024】そして、本発明のLD基板6においては、発熱抵抗体8は線状または帯状であり、搭載部10の下方に縦折り状に配設されている。このように発熱抵抗体8は、搭載部10の下方に配設させたので、基板6上に大きな領域を占有することがない。その結果、基板6が大型化することはない。なお、発熱抵抗体8の幅は、0.01~1mm程度が好ましい。発熱抵抗体8の幅が0.01mm未満では、発熱抵抗体8に断線が発生する恐れが高くなる。他方1mmを超えると、発熱抵抗体8の電気抵抗値が小さくなり過ぎて、発熱の効率が低下する。また、発熱抵抗体8の長さは、0.5~50mm程度が好ましい。発熱抵抗体8の長さが0.5mm未満では、発熱抵抗体としての十分な電気抵抗値を得るのが困難となる傾向にあり、他方50mmを超えると、そのような長い発熱抵抗体8を絶縁基板7に設けるために基板6を大型化する必要がある。

【0025】また、発熱抵抗体8はその両端部を露出させるようにして樹脂層9で覆われている。そして、露出した両端部には、外部の制御回路等に電気的に接続される端子電極8aが形成されている。この端子電極8a

は、発熱抵抗体8の露出した両端部に、例えば金の薄膜を被着させて成る。

【0026】発熱抵抗体8を覆う樹脂層9は、例えばポリイミド樹脂等の耐熱性の絶縁樹脂から成り、発熱抵抗体8と搭載部10との間の電気的絶縁を保つ作用をなす。樹脂層9の厚みは、好ましくは5~100μm程度である。樹脂層9の厚みが5μm未満では、発熱抵抗体8と搭載部10との間に電気的な短絡が生じる危険性があり、他方100μmを超えると、搭載部10に搭載されるLD素子4から発熱抵抗体8までの間隔が大きすぎて、LD素子4を迅速に加熱することが困難になる傾向にある。

【0027】なお、樹脂層9は、これが例えばポリイミド樹脂から成る場合、硬化することによってポリイミド樹脂となる前駆体ペーストをスピンコート法やカーテンコート法等のペースト塗布法により絶縁基板7の上面に5~100μmの厚みに塗布するとともに、これを乾燥後、フォトリソグラフィ技術を採用して発熱抵抗体8の両端部を露出させるようにエッチングし、これを約300~450℃の温度で加熱して熱硬化させることにより絶縁基板7の上面に形成される。前駆体ペーストの塗布は複数回に分けて行ってもよい。

【0028】また、樹脂層9の上面には、金属薄膜から成る搭載部10が被着形成されている。搭載部10は、基板6にLD素子4を接合するための下地金属として機能し、その上面にはLD素子4が金-錫合金等の低融点ろう材を介して取着される。

【0029】この搭載部10は、例えば樹脂層9の側からチタン膜、白金膜、金膜の順で積層された3層構造の金属薄膜から形成されている。チタン膜は、樹脂層9に対する密着金属であり、その厚みが好ましくは100~2000オングストローム程度である。チタン膜の厚みが100オングストローム未満では、樹脂層9に強固に密着することが困難となる傾向にあり、2000オングストロームを超えると、成膜時に発生する内部応力によって剥離が発生しやすくなる。また、白金膜はチタン膜中のチタンが金膜に拡散するのを防止するバリア層であり、その厚みが好ましくは500~10000オングストローム程度である。白金膜の厚みが500オングストローム未満では、チタン膜中のチタンが金膜に拡散するのを十分に防止することが困難となる傾向にあり、10000オングストロームを超えると、成膜時に発生する内部応力によって剥離が発生しやすくなる。さらに、金膜は、搭載部10にLD素子4を取着する際のろう材との濡れ性を向上させるためのものであり、その厚みが好ましくは1000~50000オングストローム程度である。金膜の厚みが1000オングストローム未満では、ろう材に対する十分な濡れ性が得られなくなる傾向にあり、50000オングストロームを超えると、成膜時に発生する内部応力によって剥離が発生しやすくな

る。

【0030】なお、このような搭載部10となるチタン膜、白金膜、金膜は、スパッタリング法やイオンプレーティング法、蒸着法等の公知の薄膜成形技術を採用することによって、これらの金属膜を絶縁層の上面に被着させるとともに、公知のフォトリソグラフィ技術を用いて所定のパターンにエッチングすることによって形成される。

【0031】また、絶縁基板7の下面(裏面)に被着させた接合用金属層は、搭載部10を構成する金属薄膜と同じ構成の金属薄膜から形成すればよい。

【0032】そして、図1に示すように、基体1の側壁1bにはこれを貫通するようにして鉄-ニッケル合金や鉄-ニッケル-コバルト合金等の金属から成るパイプ11が取付固定されている。パイプ11は、パッケージに光ファイバ12を固定するためのものであり、その内部に光ファイバ12が挿通固定される。光ファイバ12は、その先端がLD素子4と対向するようにして配置されており、これによりLD素子4から発生するレーザー光を光ファイバ12を介して外部に伝送することができる。

【0033】さらに、基体1の底板部1aまたは側壁部1bには、鉄-ニッケル合金や鉄-ニッケル-コバルト合金等の金属から成るリード端子13がパッケージの外部に突出するようにして設けられる。このリード端子13は、基体1の底板部1aまたは側壁部1bを貫通するようにして設けられる、または基体1の内部から外部に導出する配線導体に接合されることにより、パッケージの内部と外部とを電気的に接続することを可能とする。そして、リード端子13には、パッケージ内部のペルチェ素子3、LD素子4、測温素子5、発熱抵抗体8が電気的に接続されている。

【0034】他方、蓋体2は、鉄-ニッケル合金や鉄-ニッケル-コバルト合金等の金属から成る略平板であり、基体1の側壁部1bの上面に例えばシーム溶接により接合される。そして、これにより基体1と蓋体2とから成る箱状のパッケージの内部にペルチェ素子3、LD素子4および測温素子5等が気密に封止されている。なお、蓋体2をシーム溶接により側壁部1bに接合する場合であって、側壁部1bがセラミックス材料や銅を含浸させたタングステン多孔質体から成る場合、側壁部1bの上面に鉄-ニッケル合金や鉄-ニッケル-コバルト合金から成る金属棒体をシーム溶接のための下地金属部材として予め取付させておく必要がある。

【0035】かくして、本発明のLD基板およびLDモジュールによれば、LD素子の作動停止時にLD素子を作動時と同様の高温に加熱することにより、迅速かつ高精度の温度制御が可能となる。

【0036】なお、本発明のLD基板およびLDモジュールは上述の実施形態に限定されるものではなく、本発

明の要旨を逸脱しない範囲であれば種々の変更は可能である。例えば、上述の実施形態の一例では、LD基板6の発熱抵抗体8および搭載部10は、密着金属としてチタンを、主要抵抗体およびバリア層として白金を使用した。密着金属としては、クロム(Cr)、タンタル(Ta)、ニオブ(Nb)、ニクロム(Ni-Cr)、窒化タンタル(Ta<sub>2</sub>N)等を使用してもよく、またバリア層および主要抵抗体としては、パラジウム(Pd)、ロジウム(Rh)、ルテニウム(Ru)、ニッケル(Ni)、チタン(Ti)-タングステン(W)合金等を用いてもよい。

【0037】また、LD基板6の搭載部10の上面にLD素子4を取付するための、例えば金-錫合金から成るろう材を、スパッタリング法等を採用して所定の厚みに被着させてもよい。この場合には、搭載部10にLD素子4を搭載する際にろう材を配置する手間を省くことができる。

【0038】さらに、上述の実施形態例では、例えばサーミスタ等から成る測温素子5をLD基板6の上に搭載したが、測温素子5は、図3、図4、図5にLD基板6の斜視図で示すように、絶縁基板7の上面に例えば発熱抵抗体8と同様のチタン膜および白金膜の2層構造の金属薄膜から成る測温抵抗体14として設けられてもよい。これらの例の測温抵抗体14はその両端部に外部の制御回路に接続される端子電極14aが形成されている。端子電極14aは、測温抵抗体14の両端部の白金膜上に金の薄膜を被着させて成る。このような測温抵抗体14は、温度によりその電気抵抗値が変化するので、その電気抵抗値により温度を知ることができる。また、測温抵抗体14は発熱抵抗体8と同じ構成の金属薄膜から成る場合、発熱抵抗体8を形成すると同時に形成すればよく、これを設けるために新たな工程を必要としない。さらに、測温抵抗体14を、図4に示すように搭載部10の直下に設けたり、あるいは図5に示すように搭載部10の周辺に設けると、LD基板6の小型化が容易となり、LDモジュールもその分、小型化できる。なお、測温抵抗体14は、発熱抵抗体8と同様の厚みで、0.01~1mmの幅、0.5~50mm長さを有するように形成すればよい。

【0039】

【発明の効果】本発明のLD基板およびLDモジュールは、LD素子が搭載される基板の搭載部の下方に発熱抵抗体が配設されていることから、この発熱抵抗体により加熱することによって作動停止時のLD素子を作動時と同様の高温としておくことができ、これによってLD素子の作動開始時等に、迅速にLD素子の作動開始が行なえ、かつ即時に高精度な温度制御を行なうことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のLDモジュールの一実施形態の断面図

である。

【図2】図1のLDモジュールに使用される本発明のLD基板の斜視図である。

【図3】本発明のLD基板の他の実施形態の斜視図である。

【図4】本発明のLD基板の他の実施形態の斜視図である。

【図5】本発明のLD基板の他の実施形態の斜視図である。

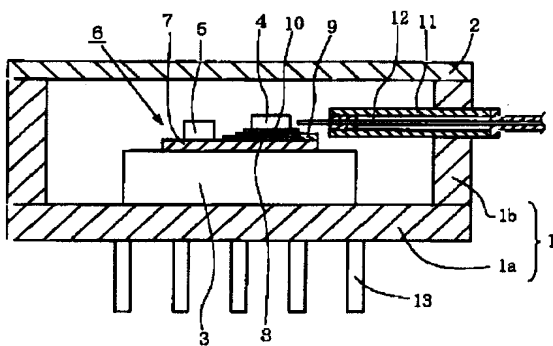
【図6】従来のLDモジュールの断面図である。

【図7】図6のLDモジュールに使用されるLD基板の斜視図である。

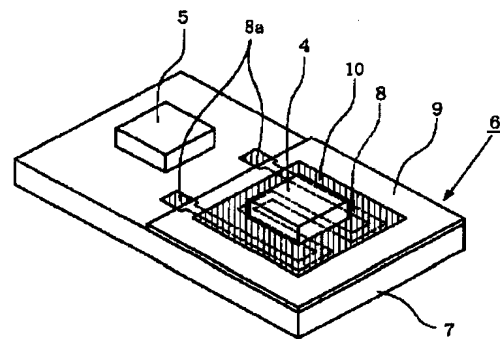
【符号の説明】

- 1：基体
- 2：蓋体
- 3：ペルチェ素子
- 4：LD素子
- 5：測温素子
- 6：LD基板
- 7：絶縁基板
- 8：発熱抵抗体
- 9：樹脂層
- 10：搭載部

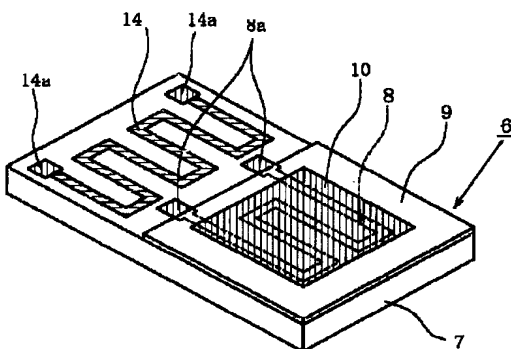
【図1】



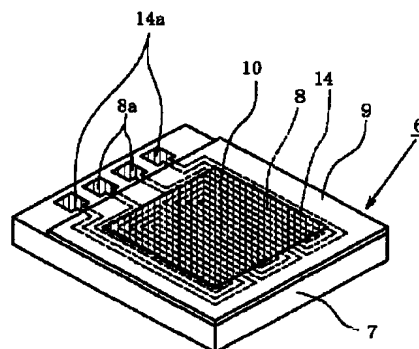
【図2】



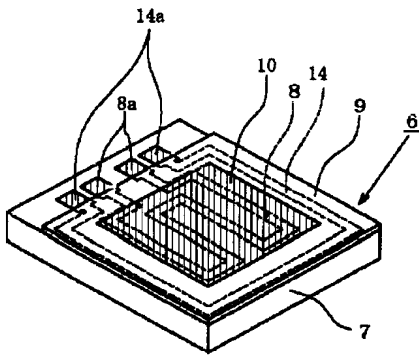
【図3】



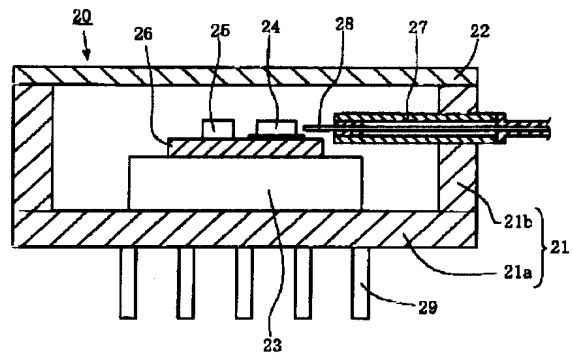
【図4】



【図5】



【図6】



【図7】

